

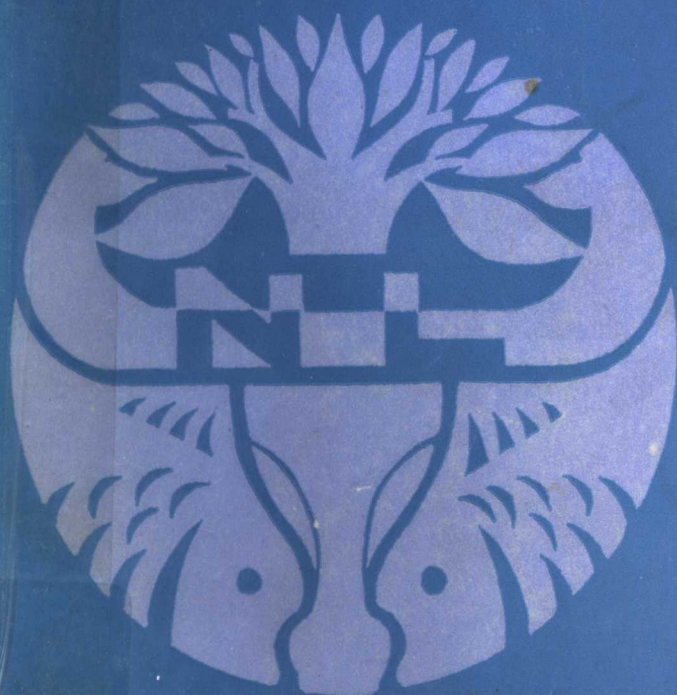
淡水生物学

——全国高等农林专科统编教材

● 李永函 主编

● 渔业类专业用

● 高等教育出版社



全国高等农林专科统编教材

淡水生物学

李永函 主编

渔业类专业用

高等教育出版社

(京) 112号

主 编 李永函 (大连水产学院)
编 者 杨和荃 (上海水产大学)
张礼善 (湛江水产学院)
沈志根 (杭州农业专科学校)
审稿人 何志辉 (大连水产学院)
张润生 (南开大学)

全国高等农林专科统编教材

淡水生物学

李永函 主编

渔业类专业用

*

高等教育出版社

新华书店总店科技发行所发行

北京市顺新印刷厂印装

*

开本787×1092 1/16 印张19.25 字数470 000

1993 年 4 月第 1 版 1993 年 4 月第 1 次印刷

印数0001—1 500

ISBN7-04-004065-4/Q·202

定价 5.80 元

出版说明

高等农林专科教育是高等农林教育体系中一个相对独立、不可缺少的层次。

我国高等农林专科教育，自进入80年代以来，有了长足发展，在校人数迅速增加，为适应发展的需要，改变教学多年来一直借用本科教材的局面，建设具有农林专科教育特色的教材体系，经国家教委批准，于1986年7月成立全国高等农林专科基础课程教材委员会，并在全国高等农林专科教育研究协作组制定的农林专科生培养基本要求和部分专业教学计划以及课程教学基本要求的基础上，首批组织统编了49门教材。

本批教材力求体现农林专科生培养基本要求，突出应用性，加强实践性，强调针对性，注意灵活性，遵循教学规律，具有科学性、系统性，由浅入深，循序渐进，理论联系实际，既具有广泛的适应性，又具有先进性和时代特征。

这批教材在适用农林专科教育的修业年限上，兼顾了二三年制的需要，同时可供电大、函授等专科教育和中等专业学校教师，以及有关科技人员参考。

这批教材的编审出版是在国家教委高教司直接领导下进行的，并得到农业出版社、高等教育出版社、中国林业出版社、四川科学技术出版社、广西科学技术出版社、东北林业大学出版社的通力合作与大力支持，在此深致谢意。

本教材的编审出版，不仅是为了解决部分课程教学所用教材的有无问题，而更重要的是在新的历史条件下，为建设具有高等农林专科教育特色的教材体系探索路子，试图提供一些有益的尝试，故缺点错误在所难免，恳望各校在使用过程中提出宝贵意见，以便再版时作进一步修改。

全国高等农林专科基础课程
教材委员会

1990年

前 言

本教材是根据国家教委“全国高等农林专科基础课程教材委员会”所下达的任务，按课程教学大纲编写的。主要包括淡水生物的形态、分类和生态。特点是在保证科学性、系统性的基础上，强调实践性并突出其专科特色和中国特色。

绪论和第四部分由大连水产学院李永函执笔；第一部分（除硅藻门）的第一篇和第三部分由上海水产大学杨和荃执笔；第二篇由湛江水产学院张礼善执笔，第二部分和硅藻门由杭州农业专科学校沈志根执笔；实验部分分别由有关章节的撰写人起草。全书由李永函统稿。

本书由大连水产学院何志辉教授和南开大学张润生教授审稿并提出宝贵意见，编者表示衷心感谢。

由于编写时间匆促，主编经验不足，错误在所难免，欢迎读者批评指正。

李永函

1991年7月

目 录

绪论.....	(1)
一、淡水生物学的研究对象.....	(1)
二、淡水生物学的产生与发展.....	(1)
三、我国淡水生物研究概况.....	(1)
四、水体及其分区.....	(2)
五、水生生物的生态分类.....	(3)

第一部分 浮游生物

第一篇 浮游植物

第一章 藻类概述.....	(5)
第一节 形态构造.....	(5)
第二节 繁殖.....	(8)
第三节 分类.....	(9)
第二章 蓝藻门.....	(10)
第一节 概述.....	(10)
第二节 分类.....	(12)
第三节 分布及意义.....	(18)
第三章 隐藻门.....	(19)
第一节 概述.....	(19)
第二节 分类.....	(19)
第三节 分布及意义.....	(20)
第四章 甲藻门.....	(21)
第一节 概述.....	(21)
第二节 分类.....	(22)
第三节 分布及意义.....	(24)
第五章 金藻门.....	(25)
第一节 概述.....	(25)
第二节 分类.....	(25)
第三节 分布及意义.....	(27)
第六章 黄藻门.....	(28)
第一节 概述.....	(28)
第二节 分类.....	(28)
第三节 分布及意义.....	(29)
第七章 硅藻门.....	(30)
第一节 概述.....	(30)

第二节 分类.....	(31)
第三节 分布及意义.....	(37)
第八章 裸藻门.....	(38)
第一节 概述.....	(38)
第二节 分类.....	(38)
第三节 分布及意义.....	(41)
第九章 绿藻门.....	(42)
第一节 概述.....	(42)
第二节 分类.....	(43)
第三节 分布及意义.....	(59)

第二篇 浮游动物

第一章 浮游动物概述.....	(61)
一、定义.....	(61)
二、浮游动物的组成.....	(61)
三、淡水浮游动物的特点.....	(61)
四、分布和与渔业的关系.....	(62)
第二章 浮游动物类群.....	(64)
第一节 原生动物.....	(64)
第二节 轮虫动物.....	(72)
第三节 枝角类.....	(86)
第四节 桡足类.....	(100)

第二部分 底栖动物

第一章 淡水贝类.....	(107)
一、双壳类.....	(107)
二、腹足类.....	(112)
第二章 水生昆虫.....	(118)
一、鞘翅目.....	(121)
二、半翅目.....	(123)
三、蜻蜓目.....	(125)
四、蜉蝣目.....	(126)
五、毛翅目.....	(127)
六、双翅目.....	(128)
第三章 底栖甲壳动物及其它 甲壳动物.....	(131)

一、虾类	(131)
二、蟹类	(133)
三、钩虾	(134)
四、栉虾	(135)
五、蚌壳虫	(135)
六、丰年虫	(136)
七、蜃虫	(137)
八、介形虫	(137)
第四章 寡毛类	(139)
一、颤体虫科	(140)
二、仙女虫科	(140)
三、颤蚓科	(141)

第三部分 大型水生植物

第一章 轮藻门	(143)
第一节 形态构造	(143)
第二节 分类	(144)
第二章 水生维管束植物	(145)
第一节 生态类型	(145)
第二节 营养器官的特点及对水环 境的适应	(145)
第三节 繁殖	(151)
第四节 分类	(153)

第四部分 淡水生态学

第一章 基本概念	(165)
一、生态学和生物学	(165)
二、生物圈和水圈	(165)
三、种群、群落和生态系	(166)
四、环境 and 环境因素	(166)
五、生态位	(167)
第二章 理化因子的生态作用	(169)
第一节 温度的生态作用	(169)
第二节 光的生态作用	(174)
第三节 溶解盐类的生态作用	(180)
第四节 溶解气体的生态作用	(187)
第五节 氢离子浓度的生态作用	(194)
第六节 其它非生物因子的生态作 用	(195)
第三章 生物因子的生态作用	(198)
第一节 水生生物的食物关系	(198)
第二节 水生生物间的其它关系	(212)

第四章 水生生物的种群	(214)
第一节 种群结构	(214)
第二节 种群的数量变动	(215)
第五章 水生生物的群落	(222)
第一节 水生生物群落的结构	(222)
第二节 淡水生物群落的划分及其 适应	(224)
第六章 水生生态系统	(226)
第一节 水生生态系统的特点	(226)
第二节 水生生态系中物质和能量的 传递	(226)
第三节 水生生态系的变化	(228)
第七章 水体生产力	(236)
第一节 初级生产力	(236)
第二节 次级生产力	(237)
第三节 鱼生产力	(237)
第八章 渔业生态学应用实例	(242)
第一节 池塘轮虫的增殖、利用和 鱼苗饲养的生态学管理	(242)
第二节 养鱼水质的生物等级和看 水的生物学分析	(250)
第三节 一种半咸水害藻——小三 毛金藻的生物学和防治途 径	(257)
第四节 鱼类越冬池的生态学管理	(261)

第五部分 实验指导

I 浮游植物实验	(265)
实验一 蓝藻门的常见种类及其细 胞结构	(266)
实验二 隐藻门、甲藻门、金藻门、 黄藻门的常见种类及其细 胞结构	(267)
实验三 裸藻门、绿藻门(团藻目、 四孢藻目)的常见种类及 其细胞结构	(268)
实验四 绿藻门(除团藻目)的常 见种类及其细胞结构	(270)
实验五 硅藻门的常见种类及其细 胞结构	(272)
实验六 浮游植物定量	(274)

II 浮游动物实验..... (277)

- 实验一 原生动物的形态与分类..... (277)
- 实验二 轮虫的形态与分类..... (280)
- 实验三 枝角类的形态与分类..... (286)
- 实验四 桡足类的形态与分类..... (289)
- 实验五 浮游动物定量..... (290)

III 底栖动物实验..... (292)

- 实验一 软体动物的形态与分类..... (292)
- 实验二 水生昆虫、底栖甲壳动物
和水栖寡毛类的形态与分
类..... (293)

IV 大型水生植物实验..... (296)

绪 论

一、淡水生物学的研究对象

淡水生物学 (Freshwater Biology) 尽管被视为现代生态学的一个分支,但从广义上讲,它还是研究淡水生物的形态、分类、生理、生态、分布及经济的科学。

分类学是研究生生态学的前提,必须识别生物才能研究它们与环境的关系。因此,本书的前部分将描述除鱼类以外的习见淡水动植物的形态与分类,重点是和渔业有关的种类;后部分探讨各类淡水生物之间,以及它们和环境理化因子之间的关系。

二、淡水生物学的产生与发展

淡水生物学发展成为一门独立的学科迄今不过一百年来,它的产生与发展首先是渔业的需要。因为估计和提高水体的鱼产力,除了掌握鱼类本身的生活习性外,还必须研究其生存条件——水环境的理化、生物因子,特别是作为鱼类天然饵料的浮游生物和底栖生物的状况。另外,在利用不同生物类群来判定水质和用生物学方法促使水体自净、防止水体污染的研究过程中也为淡水生物学提供了丰富的素材。

人们对淡水生物学的系统研究始于上世纪中叶,瑞士的佛列耳氏 (F.A.Forel) 于1869—1904年发表的有关日内瓦湖的淡水生物的几卷著作,为淡水生物学奠定了基础,因而一般把他视为淡水生物学的创始人。本世纪有关淡水生物学方面的研究进展迅速,众多论著先后问世,如A.Tbienenmamm (1918—1935) 关于湖泊营养类型的研究;C.A.Зернов (1934) 的水生生物学专著;Wetzel (1975) 关于湖沼学的专著等。

三、我国淡水生物研究概况

我国是世界上淡水养鱼发展最早,单产最高的国家。人们从长期的生产实践中积累了许多有关鱼类和其它水生生物生活习性的知识,并采取若干提高水体生产力的措施,如四大家鱼的混养、轮捕轮放、鱼苗拉网锻炼、清除越冬池冰上积雪、看水养鱼等都包含着极其丰富的生态学原理。又如鱼池施肥、活饵料培养等近代水生生物学所关注的问题,在我国渔民中已有数百年的实践经验。可惜,这些宝贵的经验在旧中国并未得到充分的重视和科学的总结。尽管如此,当时一些学者在淡水生物分类方面仍然做了不少工作,如饶钦止、李良庆在藻类方面,王家楫在轮虫方面,倪达书在原生动物方面所做的工作。

新中国成立后便立即筹建水生生物研究所,厦门大学、武汉大学等一些高等院校还设置了水生生物专业,为国家培养水生生物专门人才。

建国40年来,我国淡水生物研究取得了很大成绩,归并起来有如下几方面:

(一) 分类工作有了新进展

裴鉴、单人骅 (1952) 的《华东水生维管束植物》,饶钦止等 (1955) 的《湖泊调查基本知识》,王家楫 (1961) 的《中国淡水轮虫志》,张玺、齐钟彦 (1961) 的《贝类学纲要》,蒋燮治、堵南山 (1979) 的《淡水枝角类》,沈嘉瑞等 (1979) 的《淡水桡足类》,胡鸿钧等 (1979) 的《中国淡水藻类》以及饶钦止 (1988) 的《中国淡水藻志》等先后出版,为我国淡水生物分类工作提供了文献依据。

（二）开展内陆水域渔业资源调查

如50年代对我国长江中下游湖泊的调查，青海湖调查以及近年开展的长江水系、黄河水系、黑龙江水系、内蒙达里湖渔业资源调查等，都是规模较大，成绩比较显著的工作。

（三）进行了固氮蓝藻的培养和农、渔业应用的研究

如水生生物研究所利用几种固氮蓝藻接种于稻田作为氮肥来源等。

（四）开始了对半咸水生物的研究

如何志辉对蒙古裸腹蚤的生理、生态及其大面积培养利用的实验研究，大连水产学院等对半咸水害藻——小三毛金藻的防治研究均取得了进展。

（五）以渔业为目的对水体生态系及生态学管理方法展开了研究

继刘健康（1963）提出对我国湖泊、水库实行生态学管理的设想以后，1972年水生生物研究所运用若干生态学管理原则，首先在武昌东湖进行试验，取得显著成效。

在对水体生态系生物学过程的研究中，根据饵料生物推算对鱼类供饵能力的工作有了初步尝试。如伍献文、饶钦止等根据饵料生物现存量，推算水体供饵能力，确定放养指标；梁彦龄利用黑白瓶法测定武昌东湖浮游植物生产量，推算其对鲢、鳙鱼类的供饵能力；何志辉根据对清河水库浮游生物现存量的测定，推算出生产量和鲢、鳙生产力；陈洪达、陈其羽等分别提出根据湖泊水生高等植物的现存量和底栖动物现存量推算草食性鱼类和食底栖动物鱼类产量的公式。

（六）对一些在养殖生产过程中的经验性措施进行了科学总结和理论研究

如大连水产学院根据“看水”经验，通过实测制订出养鱼水质的生物等级。该学院还在淡水轮虫的增殖和利用方面进行了深入研究，找出了鱼苗肥水下塘的生物学依据。清除冰上积雪是我国北方地区60年代初期，在鱼类越冬过程中曾实行过的一项富含生态学原理的经验性措施。70年代末，大连水产学院、黑龙江水产研究所等，通过对冰下生物种群及其产氧速率的研究，阐明了这项措施的理论根据，并由此制订出一套越冬池生态学管理办法——冰下生物增氧技术。

（七）出版了一批大中专淡水生物学教材和基础读物

其中由几所水产高等院校编著的全国水产高等学校淡水生物学教材，是一部具有中国特色的教学用书。

四、水体及其分区

水体就是充水的洼地，可分作海洋和内陆水两大类。内陆水根据流向可分为如下几类：

（一）流水水体

具有沿一定方向流动的水体，包括河流、溪涧、泉等。

（二）静水水体

不具沿一定方向流动的水体，包括湖泊、池塘、沼泽，我国东北地区的泡子也属此类水体。

（三）半流水水体

介于流水和静水水体之间的水体，如水库。

通常将水体划分为水底区、水层区和水面区等几个基本的生物生活区，大型深水湖泊的水底区和水层区又分为几个次级生物生活区（图绪-1）：①沿岸带指大约水深5—6米，透明度见

底的边沿湖盆，底部光强度约为全阳光强度(水表层辐射)的5%。可生长挺水植物、沉水植物和浮叶植物等根生大型植物，底栖动物丰盛；②亚沿岸带指水深5—10米范围内的湖盆，底部光强度约为全阳光强度的1%，根生大型植物已不能生长，底栖动物尚可繁生；③深底带为有效光线所不及的广大湖盆，富有机质软泥，没有绿色植物，底栖动物种类也不多，只有摇蚊幼虫和水蚯蚓。

水层区包括介于水面区和水底区之间的广大水区，是水体的主体，又是生物的主要生活区。根据深度又可将之分为两个次级生物生活区：①沿岸区为水底区沿岸带上部的浅水部分，常有各类水草分布，水深不超过5—6米；②湖心区为沿岸区以外的广阔深水区域，没有水草分布。

池沼和浅水湖泊由于水浅(小于5米)，生物生活条件相当于沿岸带和沿岸区。

河流的水底区也可分为沿岸带(急流带)、亚沿岸带和河底带，因流速大故水层区一般不再分区，但按流程可分为上游、中游和下游三个生物区。

水库兼具河流和湖泊的特征，故除水底区和水层区外，还有上游、中游和下游等生物区。至于水面区，无论哪种水体，它都是占据水与空气介面的一薄层，生物群落也较简单，故不赘述。

五、水生生物的生态分类

在水体各生物区内都栖息着在形态、生理和生活方式与之相适应的各类生物。通常按生活方式将水生生物划分为以下四大生态类群：

(一) 浮游生物

指生活在水层区，没有游动能力或游动能力极弱的一类小型生物。包括浮游植物如藻类和细菌；浮游动物如原生动物、轮虫、枝角类和桡足类等。

多数浮游生物个体微小，肉眼无法分辨，必须借助显微镜才能分类，但它在水体中有重要渔业价值。我国许多养殖鱼类

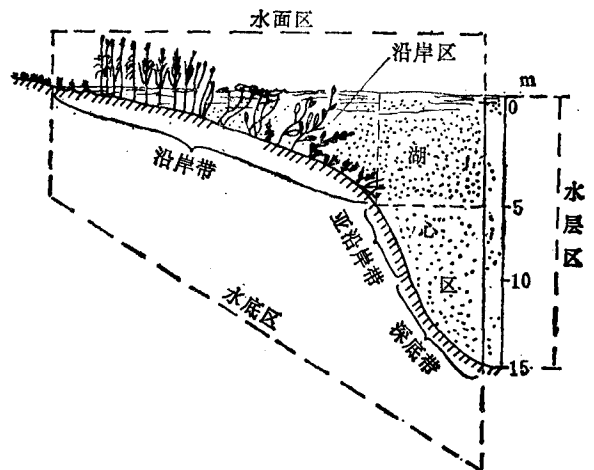
(鲢、鳙、鲫、罗非鱼等)都直接取食浮游生物。浮游植物还是水体中最主要的原初生产者，数量的多寡直接影响到水体鱼产力的高低。

(二) 漂游生物

是水面生活的生物总称。包括一些漂浮性大型植物如浮萍、水浮莲、满江红等；少数水生昆虫如水龟、鼓虫等；另有一些形成浮膜的浮游植物如裸藻、拟气球藻(*Botriopsis arhiza*)、微囊藻等也可视为漂游生物。必须指出，细菌是漂游生物的重要组分。漂游生物常受风浪影响漂泊不定，其种、量也很难估算。

(三) 自游(游动)生物

是一类具有发达运动器官、游动能力很强的大型动物。主要包括鱼类、水生哺乳动物(如江豚等)和虾类。多具有较大的经济价值。



图绪-1 湖泊的生物区

(四) 底栖生物

指栖息于水底区，不能长时间在水层中游泳的生物。由底栖动物和底栖植物组成。前者如螺、蚌、水蚯蚓、水生昆虫等；后者如根生大型植物、底栖藻类等。底栖生物的生活方式较前几类复杂，有的固着（如淡水海绵、淡水壳菜），有的底埋（如蚌、摇蚊幼虫），有的附生（如底生藻类），有的则游动比较频繁（如各种水生昆虫、甲壳类等）。多数底栖生物有重要渔业价值，但许多水生昆虫是鱼类的敌害。

第一部分 浮游生物

淡水浮游生物由浮游植物和浮游动物组成。

第一篇 浮游植物

浮游植物从组成上看包括藻类和细菌，本篇主要讲述浮游藻类。鉴于一些底栖种类常在浮游生物中出现，故对这类兼性浮游植物也一并介绍。

第一章 藻类概述

藻类是一类自养生物，其主要特点是没有根、茎、叶的分化，几乎整个植物体都有吸收养料、进行光合作用的功能，其本质相当于高等植物的叶，故名叶状体植物；没有复杂的生殖器官，以单细胞的孢子或配子进行繁殖，从不孕育成胚。简言之，藻类就是无胚的自养叶状体孢子植物。

第一节 形态构造

一、细胞形态

藻类细胞形态多样，常见的有球形、椭圆形、卵形、纤维形、圆盘形、S形、棒形、新月形、舟形等（图1-1）。

二、细胞构造

藻类细胞分化为细胞壁和原生质体两部分。

（一）细胞壁

除少数种类外藻类细胞均具细胞壁，通常具细胞壁的形体稳定，而裸露的易变形。其组分为纤维素、果胶质和硅质。细胞壁的形态构造也多种多样，如硅藻由2个“”形壳片套合而成，其上有花纹。绿藻细胞壁完整但常有棘刺等结构。

（二）原生质体

藻类细胞的原生质体中有以下细胞器和贮存物质：

1. 细胞核 除蓝藻外其余各门藻类均具细胞核。核有核膜或核仁。

2. 鞭毛和眼点（图1-2） 藻类植物中除蓝藻门和红藻门外，其它各门植物中均有（或营养细胞或生殖细胞）具鞭毛的个体，并能自由游动。鞭毛的着生位置、数目、长短和长短比例都是分类的重要依据。绿藻门植物的运动个体，通常具有2条顶生、等长的鞭毛；裸藻门植物具色素的种类，通常具一条鞭毛，自细胞前端胞口处伸出；甲藻门植物的运动个体，2条鞭毛自腹面纵横沟交界处伸出。眼点一般呈红色或橘红色，位于细胞前端鞭毛基部附近，与感光反映有关，是

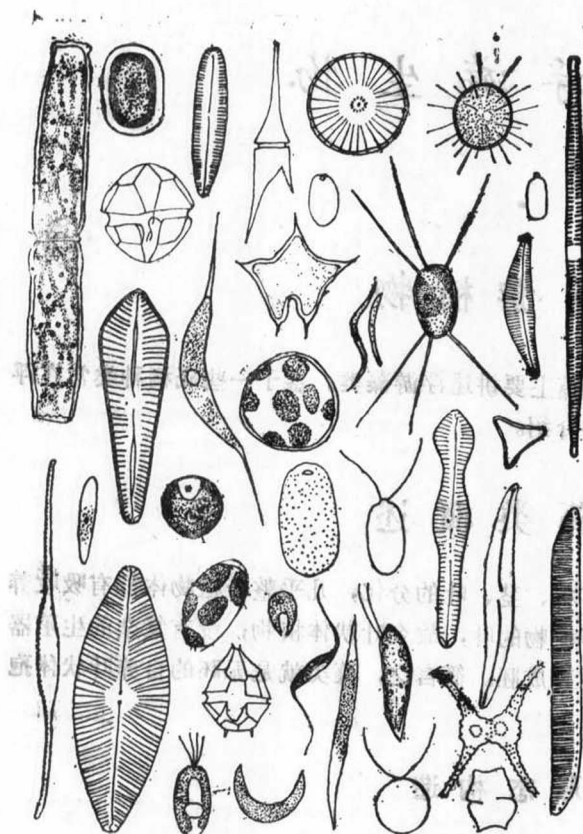


图1-1 藻类细胞的形态

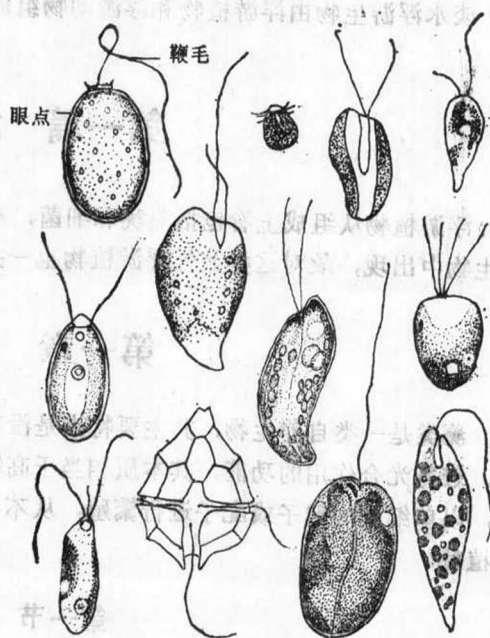


图 1-2 藻类的鞭毛和眼点

具鞭毛能自由游动的细胞所具有的细胞器。

3. 色素、色素体和蛋白核(图1-3) 藻类的色素包括叶绿素、黄色素(胡萝卜素和叶黄素)和藻胆素(藻红素、藻蓝素)几类。各门藻类因所含色素种类和数量不同,呈现的颜色也有不同,如绿藻门植物以叶绿素a、b为主,植物体呈草绿色;蓝藻门植物含大量藻胆素,同时含叶绿素,植物体呈蓝绿色……。色素体是具有光合作用色素的蛋白体,除蓝藻门外其余各门藻类的色素都位于色素体内。色素体的形态多种,有杯状、片状、盘状、星状、螺旋带状等(图1-3)。色素体在细胞内的位置有轴生(色素体位于细胞中心)和周生(位于细胞周边)两种类型。

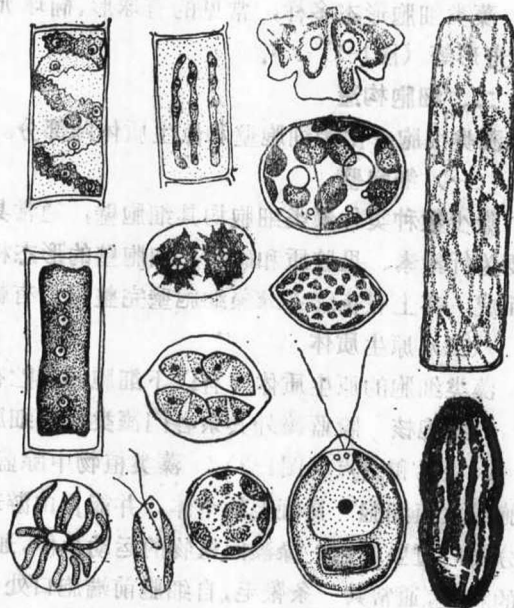


图 1-3 藻类细胞的色素体类型

4. 贮存物质 (同化产物) 藻类光合作用产物转变成的贮存物质并不相同, 淡水藻类植物的贮存物质多种, 归纳起来大致为淀粉、蓝藻淀粉、副淀粉、白糖素、脂肪和油滴等。通常用鲁哥氏碘液 (简称碘液) 来区分它们, 如绿藻门贮存物质为淀粉, 遇碘液变为深紫色甚至黑色。贮存物质是分门的重要依据。

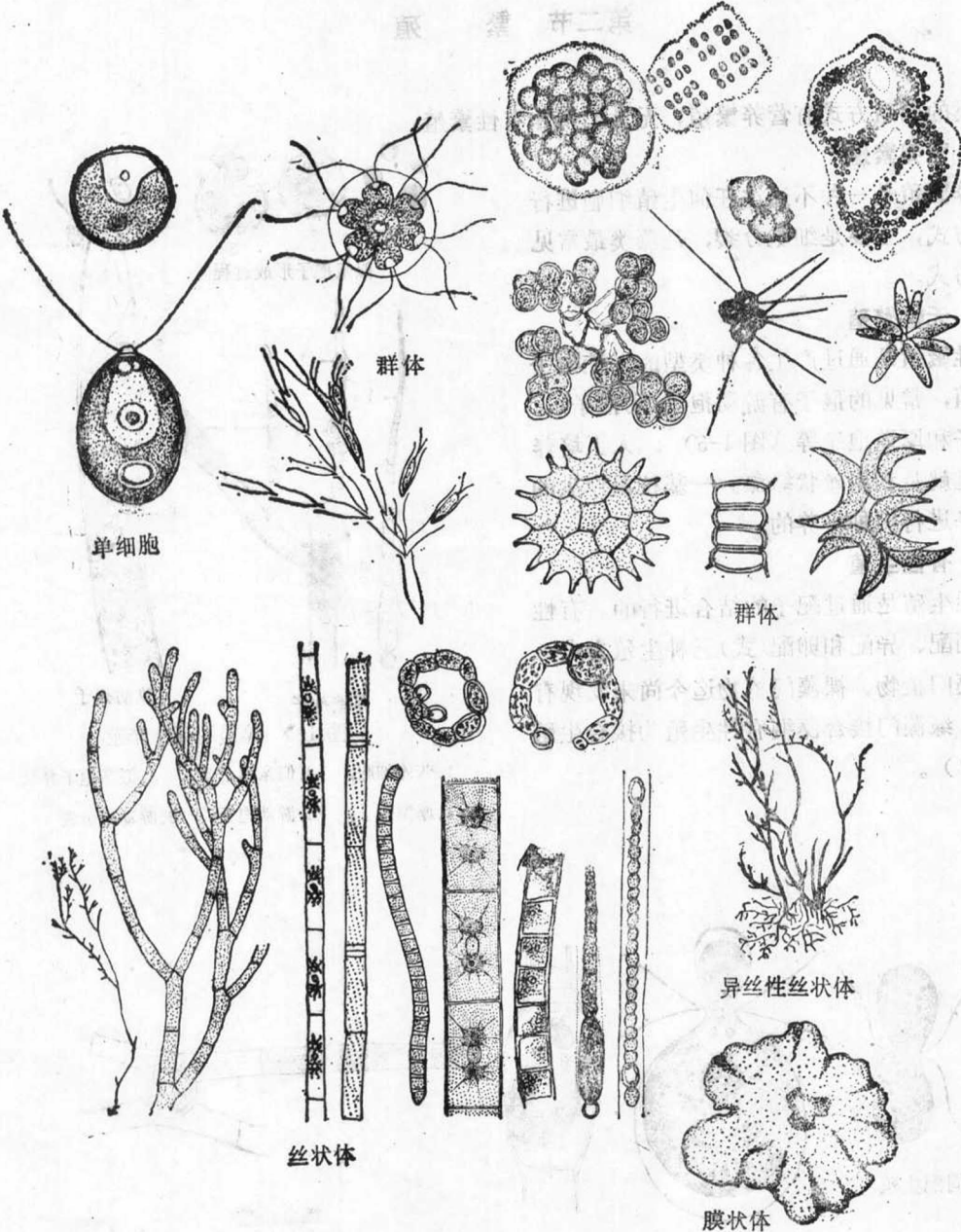


图 1-4 藻类的体型

三、体型

在已知的上万种藻类植物中,其体型有单细胞、群体(球状、丝状)和多细胞体,其中群体类型比较复杂,尤其是丝状群体,既有不分枝和分枝丝状体,还有相当复杂的异丝体和多核体等(图1-4)。

第二节 繁 殖

藻类的繁殖方式有营养繁殖、无性繁殖和有性繁殖。

一、营养繁殖

营养繁殖是一种不通过任何生殖细胞进行繁殖的方式,主要是细胞分裂,是藻类最常见的繁殖方式。

二、无性繁殖

无性繁殖是通过产生各种类型的无性孢子进行繁殖,常见的孢子有游动孢子(动孢子)、似亲孢子和厚壁孢子等(图1-5)。人工培养的绿毛龟就是利用丝状绿藻——基枝藻产生的游动孢子进行接种培养的。

三、有性生殖

有性生殖是通过配子的结合进行的。有性生殖有同配、异配和卵配(式)三种生殖方式,其中蓝藻门植物、裸藻门植物迄今尚未发现有性生殖。绿藻门接合藻纲有性生殖为接合生殖(图1-6)。

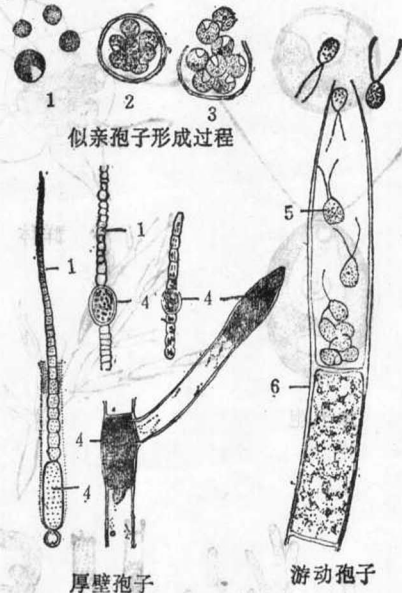


图1-5 藻类的无性繁殖

1. 营养细胞; 2. 似亲孢子囊; 3. 似亲孢子释放;
4. 厚型孢子; 5. 游动孢子; 6. 游动孢子囊

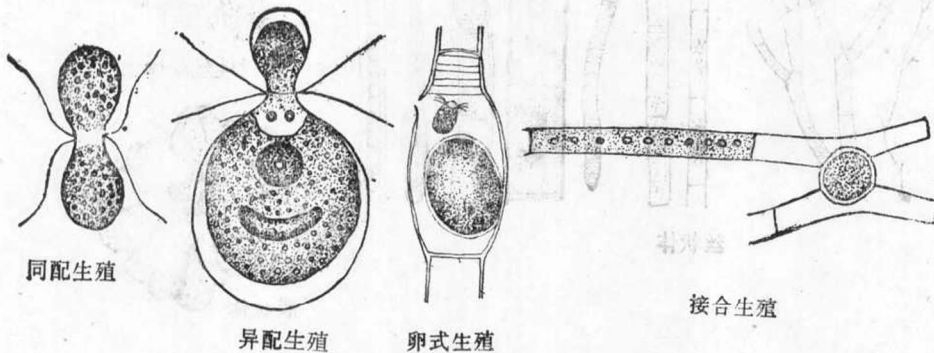


图1-6 藻类的有性繁殖

第三节 分 类

藻类植物虽然种类繁多，但根据它们所含色素的种类、数量，贮存物质，鞭毛的着生位置、数目、长短比例等，可分为 11 个门：蓝藻门 Cyanophyta、红藻门 Rhodophyta、隐藻门 Cryptophyta、甲藻门 Pyrrophyta、金藻门 Chrysophyta、黄藻门 Xanthophyta、硅藻门 Bacillariophyta、褐藻门 Phaeophyta、裸藻门 Euglenophyta、绿藻门 Chlorophyta 和轮藻门 Charophyta。另外还有一个纲，绿胞藻纲 Chloromonadineae。由于红藻门和褐藻门的淡水种类不多，大多数是海产藻类，本教材从略。